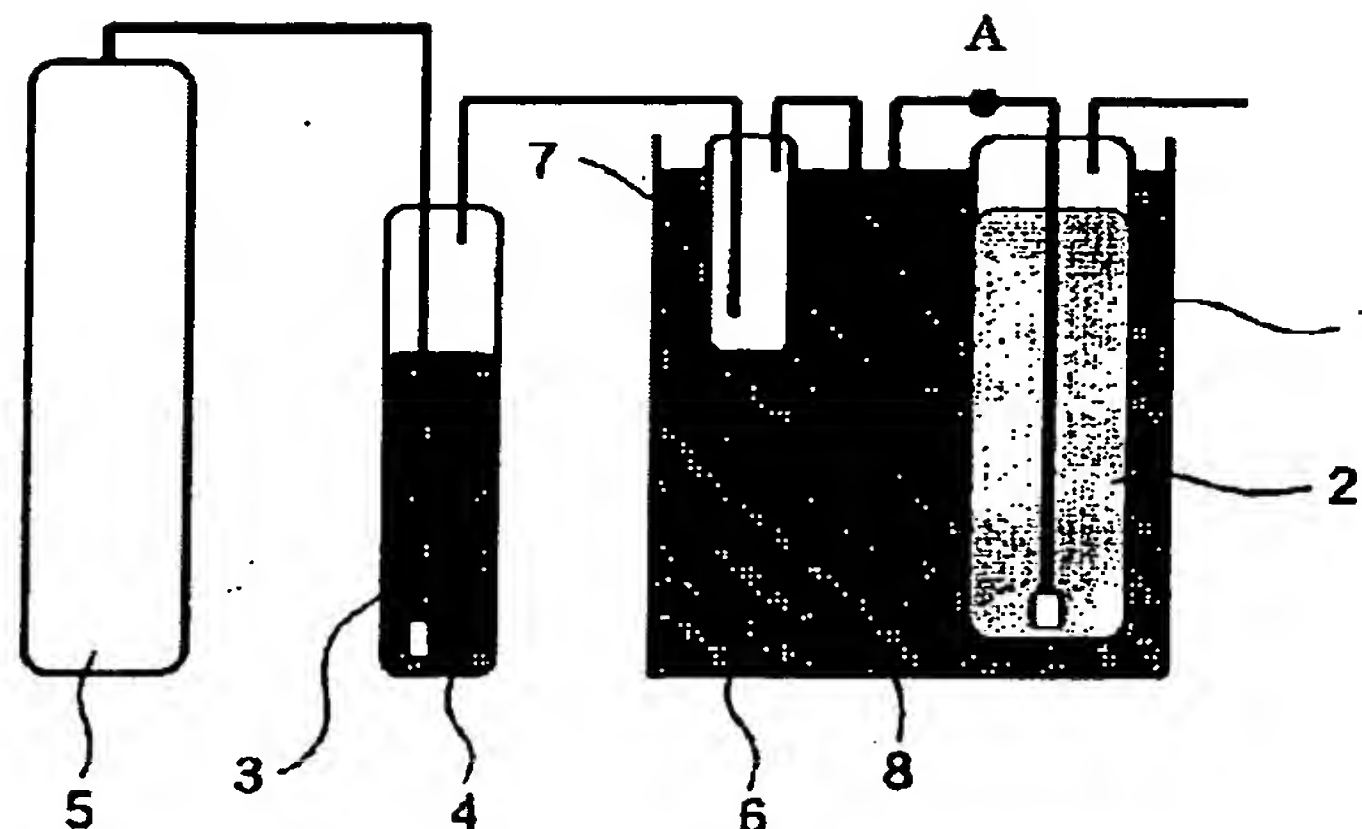


Patent Abstracts of Japan

TITLE : METHOD FOR COLLECTING RADON



SOLUTION: An ore containing uranium is used as an ^{222}Rn source 3. ^{222}Rn generated from the ^{222}Rn source 3 is passed through a solvent 2 together with an inert gas 5 such as nitrogen. The solvent 2 is cooled. ^{222}Rn is dissolved in the solvent 2. Nuclides generated by decay of ^{222}Rn (^{210}Pb , and the like) are held in the solvent 2. By cooling the solvent 2, solubility of ^{222}Rn in the solvent 2 is increased, the efficiency of collecting ^{222}Rn is improved, besides ^{222}Rn dissolved in the solvent 2 decays and nuclides generated thereby are held in the solvent 2. The ore containing uranium is used as the ^{222}Rn source 3 to collect high purity ^{222}Rn . ^{222}Rn is introduced into the solvent 2 together with the inert gas to completely prevent ^{220}Rn , existing in nature, from being mixed into the solvent 2 and collection of ^{222}Rn with higher purity is made possible.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-265206

(P2002-265206A)

(43) 公開日 平成14年9月18日 (2002.9.18)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーム(参考)

C 0 1 B 23/00

C 0 1 B 23/00

S 4 D 0 2 0

B 0 1 D 53/14

B 0 1 D 53/14

C

1 0 2

1 0 2

53/18

53/18

A

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2001-66626(P2001-66626)

(22) 出願日 平成13年3月9日 (2001.3.9)

(71) 出願人 390027792

いわき電子株式会社

東京都港区新橋5丁目36番11号

(72) 発明者 露崎 典平

東京都港区新橋5丁目36番11号 いわき電子株式会社内

(72) 発明者 広瀬 尚幸

東京都港区新橋5丁目36番11号 いわき電子株式会社内

(74) 代理人 10006/046

弁理士 尾股 行雄 (外1名)

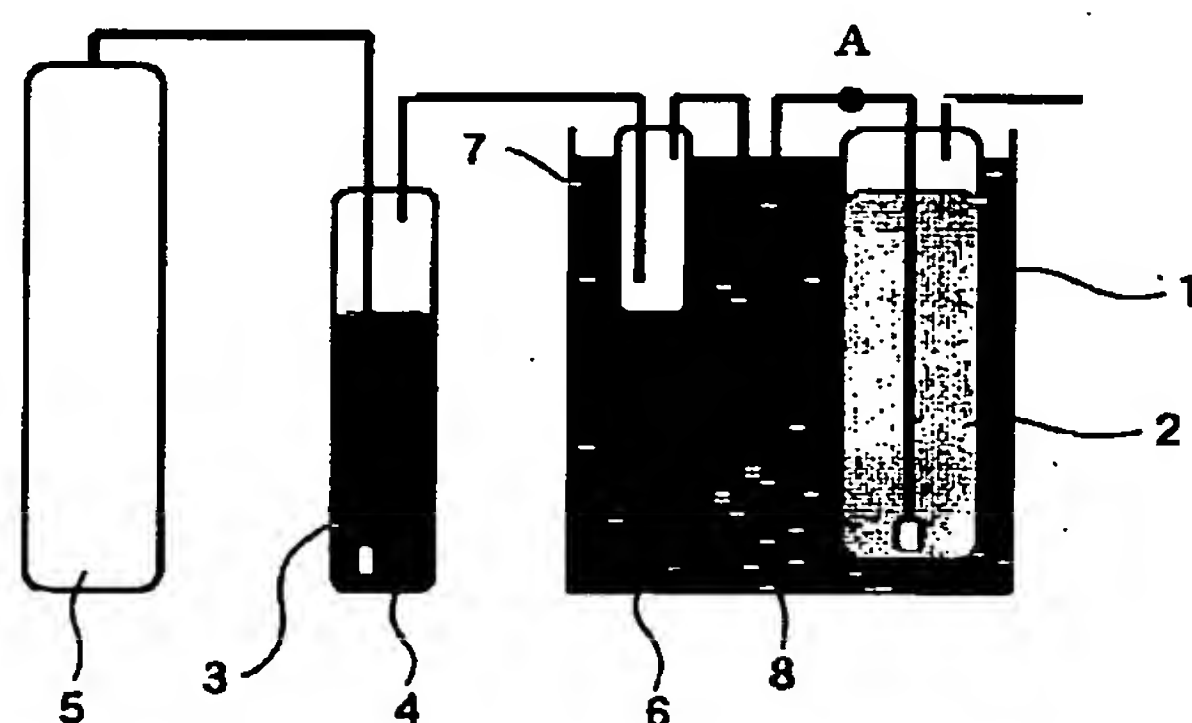
Fターム(参考) 4D020 AA10 BA21 BA30 BB10 CB01
CC10

(54) 【発明の名称】 ラドン捕集方法

(57) 【要約】

【課題】 自然界に存在するラドン (^{222}Rn) を捕集する際に、ラドンの捕集効率を高めるとともに、 ^{222}Rn の純度を上げる。

【解決手段】 ウラン含有鉱石を ^{222}Rn 発生源3とし、 ^{222}Rn 発生源3より生成する ^{222}Rn を窒素などの不活性ガス5とともに溶媒2に通す。溶媒2を冷却し、溶媒2に ^{222}Rn を溶解させ、 ^{222}Rn の崩壊によって生成する核種 (^{210}Pb など) を溶媒2中に保持させる。溶媒2を冷却することで、溶媒2への ^{222}Rn の溶解度が高まり、 ^{222}Rn の捕集効率が向上するばかりか、溶媒2に溶解した ^{222}Rn が崩壊し、それによって生成する核種が溶媒2中に保持される。ウラン含有鉱石を ^{222}Rn 発生源3とすることで、純度の高い ^{222}Rn の捕集が可能となる。 ^{222}Rn を不活性ガスによって溶媒2へ導入することで、自然界に存在する ^{220}Rn の混入を完全に防止でき、さらに高純度の ^{222}Rn の捕集が可能となる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ^{222}Rn を含む気体を溶媒(2)に通し、この気体中の ^{222}Rn を当該溶媒中に溶解させて捕集するラドン捕集方法において、

前記溶媒を冷却し、この溶媒に ^{222}Rn を溶解させるとともに、この ^{222}Rn の崩壊によって生成する核種を前記溶媒中に保持させるようにしたことを特徴とするラドン捕集方法。

【請求項2】 ^{222}Rn を含む気体を溶媒(2)に通し、この気体中の ^{222}Rn を当該溶媒中に溶解させて捕集するラドン捕集方法において、

ウラン系列の放射性核種を含有する物質を ^{222}Rn 発生源(3)とし、この ^{222}Rn 発生源(3)より生成する ^{222}Rn を不活性ガス(5)とともに前記溶媒(2)に通すとともに、前記溶媒を冷却し、この溶媒に前記 ^{222}Rn を溶解させ、この ^{222}Rn の崩壊によって生成する核種を前記溶媒中に保持させるようにしたことを特徴とするラドン捕集方法。

【請求項3】 溶媒としてシリコンオイルを用いたことを特徴とする請求項1または請求項2に記載のラドン捕集方法。

【請求項4】 溶媒の冷却温度を ^{222}Rn の沸点以下にしたことを特徴とする請求項1から請求項3までのいずれかに記載のラドン捕集方法。

【請求項5】 溶媒の冷却手段として、ドライアイスを用いた寒剤(6)を採用したことを特徴とする請求項1から請求項4までのいずれかに記載のラドン捕集方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、自然界に存在するラドン(^{222}Rn)の捕集方法に関するものである。

【0002】

【発明が解決しようとする課題】自然界に存在するラドンを捕集する際には、 ^{222}Rn を含む気体をトルエン等の溶媒に通し、この気体中の ^{222}Rn を当該溶媒中に溶解させて捕集する方法が採用される場合があるが、このとき、ラドンの捕集効率を高めるとともに、 ^{222}Rn の純度を上げることが強く望まれていた。

【0003】本発明は、このような事情に鑑み、ラドンを効率よく捕集することができ、高純度の ^{222}Rn を捕集することが可能なラドン捕集方法を提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】すなわち、本発明のうち請求項1に係る発明は、 ^{222}Rn を含む気体を溶媒(2)に通し、この気体中の ^{222}Rn を当該溶媒中に溶解させて捕集するラドン捕集方法において、前記溶媒を冷却し、この溶媒に ^{222}Rn を溶解させるとともに、この ^{222}Rn の崩壊によって生成する核種を前記溶媒中に保持させるようにして構成される。

【0005】このように溶媒を冷却することで、この溶媒への ^{222}Rn の溶解度が高まり、 ^{222}Rn の捕集効率が向上するばかりか、溶媒に溶解した ^{222}Rn が崩壊し、それによって生成する核種(^{218}Po 、 ^{214}Pb 、 ^{214}Bi 、 ^{210}Tl 、 ^{214}Po 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Bi 、 ^{210}Po 、 ^{206}Tl 等)が溶媒中に保持されるようになる。

【0006】また、本発明のうち請求項2に係る発明は、 ^{222}Rn を含む気体を溶媒(2)に通し、この気体中の ^{222}Rn を当該溶媒中に溶解させて捕集するラドン捕集方法において、ウラン系列の放射性核種を含有する物質を ^{222}Rn 発生源(3)とし、この ^{222}Rn 発生源(3)より生成する ^{222}Rn を不活性ガス(5)とともに前記溶媒(2)に通すとともに、前記溶媒を冷却し、この溶媒に前記 ^{222}Rn を溶解させ、この ^{222}Rn の崩壊によって生成する核種を前記溶媒中に保持させるようにして構成される。

【0007】ここで、不活性ガスとしては、一例として窒素を適用することができるが、これに限定されるものではなく、例えば、 ^{222}Rn 含有ガス温度を効率よく下げするためには熱伝導率のよいヘリウムが好ましく、また、アルゴンであっても、さらには、それらのガスと窒素との混合ガスであっても構わない。また、 ^{222}Rn 発生源としては、ウラン含有鉱石のほか、 ^{222}Rn を含む気体、例えば空気(大気)であってもよい。その一例としては、ウラン系列の鉱石が存在する付近の空気や、これらの鉱石が産出される坑道内の空気が考えられる。あるいは、主に自然界には、ウラン系列核種の崩壊によって生成する ^{222}Rn と、トリウム系列核種の崩壊によって生成する ^{220}Rn とが存在しているが、高純度の ^{222}Rn を捕集することに重要な意味を持たない場合においては、自然大気中からの ^{222}Rn の捕集も可能である。

【0008】前述したように、主に自然界には、ウラン系列核種の崩壊によって生成する ^{222}Rn と、トリウム系列核種の崩壊によって生成する ^{220}Rn とが存在しているが、ウラン系列の放射性核種を含有する物質をラドン発生源とすることで、純度の高い(^{220}Rn の含有量が少ない) ^{222}Rn の捕集が可能となるとともに、こうして生成した ^{222}Rn を不活性ガスによって溶媒へ導入することで、自然界(大気中)に存在する ^{220}Rn の混入を完全に防止できるため、さらに高純度の ^{222}Rn の捕集が可能となる。同時に、溶媒を冷却することで、この溶媒への ^{222}Rn の溶解度が高まり、 ^{222}Rn の捕集効率が向上する。

【0009】また、本発明のうち請求項3に係る発明は、上記溶媒としてシリコンオイルを用いて構成される。ここで、シリコンオイルは、引火・爆発の危険性が低くて安全性に優れると同時に、毒性が弱くて人体への害や環境汚染への影響がほとんどなく、さらに、温度による粘度変化が一般の鉱物油や合成油に比べて少な

く、低温下においても流動性を保つため、低温下で ^{222}Rn を溶解させる良好な溶媒となる。なお、本願明細書において「粘度」は動粘性率を意味する。

【0010】また、本発明のうち請求項4に係る発明は、上記溶媒の冷却温度を ^{222}Rn の沸点 (-62°C) 以下にして構成される。このように、 ^{222}Rn の沸点以下に溶媒を冷却することで、 ^{222}Rn が液体状態となり、溶媒への溶解がさらに容易になるため、 ^{222}Rn を効率的に捕集できるとともに、高純度の ^{222}Rn の捕集が可能となる。

【0011】さらに、本発明のうち請求項5に係る発明は、上記溶媒の冷却手段として、ドライアイス（固形炭酸）を用いた寒剤（6）を採用して構成される。かかる構成により、溶媒の冷却温度を寒剤によって容易に一定に保持することができ、 ^{222}Rn 捕集時の温度管理が容易となる。

【0012】なお、括弧内の符号は図面において対応する要素を表す便宜的なものであり、したがって、本発明は図面上の記載に限定拘束されるものではない。このことは「特許請求の範囲」の欄についても同様である。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

【0014】＜第1の実施形態＞図1は本発明に係るラドン捕集方法の第1の実施形態を示す原理図である。

【0015】本実施形態では、図1に示すように、 ^{222}Rn 発生源3にはウラン系列の放射性核種を含有する物質としてウラン含有鉱石4を使用した。ウラン含有鉱石（重量260g）をラドン発生源とし、不活性ガス5として窒素ガスをポンベから毎分110ml導入し、鉱石4から発生する ^{222}Rn を窒素ガスとともにラドン捕集塔1内の溶媒2に導入した。

【0016】ラドン捕集塔1は、内径40mmのガラス製であり、この中に本実施形態では溶媒2としてシリコンオイル（粘度： $2\text{mm}^2/\text{s}$ (25°C)) を適用した。シリコンオイルをラドン捕集塔1内に370ml補充し、このシリコンオイルをドライアイス-メタノール系の寒剤6によって -77°C に冷却した。

【0017】 ^{222}Rn 発生源3に通す窒素ガス流量を一定にし、7日間、鉱石4から発生した ^{222}Rn をシリコンオイルに通し連続して捕集した。この7日間における総窒素ガス流量は 1.1m^3 であり、このとき鉱石4から発生した ^{222}Rn の全発生量は 10880Bq であった。

【0018】7日間の連続捕集の後、シリコンオイルに溶解した ^{222}Rn 濃度 (Bq) を測定した結果、 ^{222}Rn 捕集効率は10.8%であった。なお、 ^{222}Rn の

捕集効率は、 ^{222}Rn の全発生量に対してシリコンオイルに溶解した ^{222}Rn 濃度として求めた。

【0019】また、本実施形態では、図1に示すように、鉱石4から発生する ^{222}Rn をラドン捕集塔1内のシリコンオイルに導入する前段階に、水分トラップ7とガス予備冷却管8を設けている。この水分トラップ7はガラス製で、主に鉱石4に含まれる水分を除去するためのものであり、シリコンオイルへの水分の混入を防ぐとともに、後述するガス予備冷却管8内への霜付着を防止している。また、ガス予備冷却管8は銅製パイプであり、シリコンオイルに導入する ^{222}Rn 含有窒素ガスを冷却し、 ^{222}Rn 捕集効率を向上させる目的から設置したものである。なお、本実施形態において、図1中に示すA点の表面温度は平均で -25°C であった。

【0020】＜第2の実施形態＞本実施形態では、前述した第1の実施形態に準じているが、ガス予備冷却管8を設置していない点のみが第1の実施形態と異なっている。すなわち、シリコンオイルに導入する ^{222}Rn 含有窒素ガスの予備的な冷却を行うことなく ^{222}Rn 捕集を実施している。なお、このとき、図1中に示すA点の表面温度は平均 10°C であった。

【0021】第1の実施形態と同様に、鉱石4より発生する ^{222}Rn を窒素ガス流量一定のもとで7日間連続して捕集した。この時の ^{222}Rn 捕集効率は5.4%であった。

【0022】＜第3の実施形態＞本実施形態では、前述した第1の実施形態に準じているが、シリコンオイルの冷却はせず、かつ、第2の実施形態と同様にガス予備冷却管8を省略し、さらに、水分トラップ7も設置していない点が第1の実施形態と異なっている。すなわち、ドライアイス-メタノール系の寒剤は使用せず、室内温度 (15°C) で ^{222}Rn 捕集を実施している。

【0023】第1の実施形態と同様に、鉱石4より発生する ^{222}Rn を窒素ガス流量一定のもとで7日間連続して捕集した。この時の ^{222}Rn 捕集効率は0.55%であった。

【0024】＜第4の実施形態＞本実施形態では、前述した第2の実施形態に準じているが、溶媒2の種類のみが第2の実施形態と異なっている。すなわち、溶媒2としてシリコンオイルに代えてトルエンを適用した。

【0025】第1の実施形態と同様に、鉱石4より発生する ^{222}Rn を窒素ガス流量一定のもとで7日間連続して捕集した。この時の ^{222}Rn 捕集効率は3.7%であった。

【0026】表1は以上の実験結果をまとめたものである。

【表1】

No.	溶媒	溶媒温度(℃)	ガス予備冷却	^{222}Rn 捕集効率(%)
1	シリコーンオイル (粘度 $2\text{mm}^2\text{s}^{-1}$)	-77	有	10.8
2	シリコーンオイル (粘度 $2\text{mm}^2\text{s}^{-1}$)	-77	なし	5.4
3	シリコーンオイル (粘度 $2\text{mm}^2\text{s}^{-1}$)	+15	なし	0.6b
4	トルエン	-77	なし	3.7

【0027】溶媒2にシリコーンオイルを適用した場合において、溶媒2の温度を ^{222}Rn の沸点(-62℃)以下の-77℃にすることで、溶媒2の温度15℃の時に比べて ^{222}Rn 捕集効率が約20倍に向上することがわかる(表1のNo. 1とNo. 3との比較結果)。

【0028】また、表1のNo. 1とNo. 2とを比較すると、溶媒2の条件が同一(シリコーンオイル:-77℃)であってもガス予備冷却管8を設置した場合においては、設置なしの場合に比べ、 ^{222}Rn 捕集効率が2倍に向上した。これは、ガス予備冷却管8がない場合には、シリコーンオイルに導入された ^{222}Rn 含有窒素ガスがシリコーンオイルを通過中に十分に冷却されていないためと推測される。この結果は、第1の実施形態においてシリコーンオイルの温度を-77℃から+15℃までのいずれかの温度に設定した場合に相当していると推測される。

【0029】さらに、溶媒2としてシリコーンオイルとトルエンとを比較すると、 ^{222}Rn 捕集効率はシリコーンオイルがトルエンの約1.5倍に向上していることがわかる(表1のNo. 2とNo. 4との比較結果)。

【0030】また、シリコーンオイルの粘度(mm^2s^{-1} (25℃))と流動点(℃)との関係は表2のようになっている。

【表2】

粘度(mm^2s^{-1} (25℃))	流動点(℃)
0.6b	-68以下
1	-86 "
1.5	-86 "
2	-84 "
3	-65 "
5	-65 "
10	-65 "
20	-60 "
50	-55 "
100	-50 "
500	-50 "

【0031】表2から明らかなように、シリコーンオイルがラドンの沸点(-62℃)以下で流動性を保つためには、その粘度範囲がおおよそ $20\text{mm}^2\text{s}^{-1}$ (25℃)以下であればよく、本発明においてこの粘度範囲が適用可能である。なお、本発明者が簡便な方法にてシリコーン

ンオイルの流動性を調べた結果においては、粘度が $20\text{mm}^2\text{s}^{-1}$ (25℃)のシリコーンオイルは-77℃においてかなり高粘度になりながらも、まだ流動性がみられた。

【0032】上述したシリコーンオイルの粘度と流動性との関係は、市販されている標準粘度品の値である。市販されている標準品から必要とする中間的な粘度品を調整する場合には、必要とする粘度に近い高粘度品と低粘度品を混合(ブレンド)すれば容易に得られる。また、高粘度品に低粘度品を適当な割合で混合することで、流動点を低温側にコントロールすることが可能である。このため、本発明におけるシリコーンオイルは、ラドンの沸点(-62℃)以下で流動性が保たれていれば特に前記粘度の値に限定されるものではない。

【0033】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のうち請求項1に係る発明によれば、 ^{222}Rn の溶媒への溶解度が高まり、 ^{222}Rn の捕集効率が向上するばかりか、溶媒に溶解した ^{222}Rn が崩壊し、それによって生成する核種(^{218}Po 、 ^{214}Pb 、 ^{214}Bi 、 ^{210}Tl 、 ^{214}Po 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Bi 、 ^{210}Po 、 ^{206}Tl 等)が溶媒中に保持されることから、ラドンを効率よく捕集することができ、高純度の ^{222}Rn を捕集することが可能なラドン捕集方法を提供することができる。しかも、これらの核種は ^{222}Rn からの崩壊によって生成したものであるため、これら核種を分離、精製する場合においては、例えばウラン含有鉱石から前記核種を分離、精製するよりもはるかに容易である。

【0034】また、本発明のうち請求項2に係る発明によれば、ウラン系列の放射性核種を含有する物質をラドン発生源とすることで、純度の高い(^{220}Rn の含有量が少ない) ^{222}Rn の捕集が可能となるとともに、こうして生成した ^{222}Rn を不活性ガスによって溶媒へ導入することで、自然界(大気中)に存在する ^{220}Rn の混入を完全に防止できることから、さらに高純度の ^{222}Rn の捕集が可能なラドン捕集方法を提供することができる。さらに、発生する ^{222}Rn を不活性ガス(ボンベ)を用いて溶媒2に導入することにより、電力源を一切使用しない ^{222}Rn の捕集が可能となり、省エネルギー性に優れる。

【0035】また、本発明のうち請求項3に係る発明に

よれば、シリコンオイルは、引火・爆発の危険性が低くて安全性に優れると同時に、毒性が弱くて人体への害や環境汚染への影響がほとんどなく、さらに、温度による粘度変化が一般の鉱物油や合成油に比べて少なく、低温下においても流動性を保つため、低温下で ^{222}Rn を溶解させる良好な溶媒となることから、ラドンを工業的に捕集することが可能となる。

【0036】また、本発明のうち請求項4に係る発明によれば、 ^{222}Rn の沸点以下に溶媒を冷却することで、 ^{222}Rn が液体状態となり、溶媒への溶解がさらに容易になるため、 ^{222}Rn を効率的に捕集できるとともに、高純度の ^{222}Rn の捕集が可能となる。

【0037】さらに、本発明のうち請求項5に係る発明によれば、溶媒の冷却温度を寒剤によって容易に一定に保持することができ、 ^{222}Rn 捕集時の温度管理が容易

となるばかりでなく、溶媒の温度管理を電力源なしに容易に行うことができ、省エネルギー性に優れる。

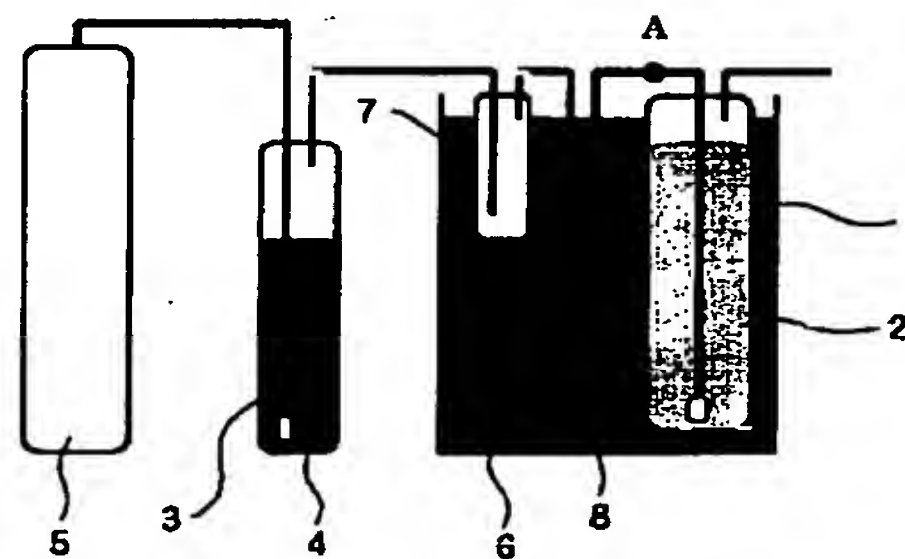
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るラドン捕集方法の第1の実施形態を示す原理図である。

【符号の説明】

- 1……ラドン捕集塔
- 2……溶媒
- 3……ラドン発生源
- 4……ウラン含有鉱石
- 5……不活性ガス
- 6……寒剤
- 7……水分トラップ
- 8……ガス予備冷却管

【図1】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.